

## PENGARUH SUHU PADA EKSTRAKSI EMAS DARI LIMBAH RAM (*RANDOM ACCES MEMORY*) KOMPUTER

Abdul Wahib, Rachmat Triandi Tjahjanto\*, Danar Purwonugroho

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran Malang 65145

\*Alamat korespondensi, Tel : +62341575838, Fax : +62341575835  
Email : r.triandi@gmail.com

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap proses ekstraksi emas pada RAM (*Random Acces Memory*) komputer menggunakan pelarut *aqua regia*, dan mengetahui volume *aqua regia* optimum untuk ekstraksi tersebut. Tahapan yang dilakukan adalah meliputi preparasi sampel, pelarutan sampel, pengendapan emas dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , dan menganalisis kadar ekstrak emas menggunakan SSA (Spektroskopi Serapan Atom) AA 620 SHIMADZU dan dikarakterisasi dengan alat instrumentasi XRF (*X-Ray Fluorescence*) merk PAN Analytical – Minipal 4. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan emas dari RAM komputer bisa dipisahkan dengan ekstraksi menggunakan pelarut *aqua regia*. Ekstraksi pada suhu ruang memberikan hasil yang lebih baik apabila dibandingkan dengan menggunakan pemanasan, dimana konsentrasi emas yang terekstraksi sebesar 57,9615 ppm, serta kadar Au endapan sebesar 6,24 %. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ekstraksi emas secara optimum dapat dilakukan pada suhu ruang menggunakan pelarut *aqua regia*: air dengan volume sebesar 30 mL : 70 mL.

**Kata kunci:** AAS, pemisahan emas, RAM komputer, XRF

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of temperature on the gold extraction process in RAM ( *Random Access Memory* ) computer using solvent *aqua regia* , and *aqua regia* determine the optimum volume for the extraction . Steps being taken are covering sample preparation , sample dissolution , precipitation of gold with  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  , and analyze the levels of extract gold using AAS ( *Atomic Absorption Spectroscopy* ) Shimadzu AA 620 and characterized by XRF instrumentation tool ( *X - Ray fluorescence* ) PAN Analytical brands - MiniPal 4 . the results of this study indicate that the gold content of the computer's RAM can be separated by solvent extraction using *aqua regia* . Extraction at room temperature gives better results when compared with the use of heating , where the concentration of gold is extracted by 57.9615 ppm , and the content of Au deposition at 6.24% . It can be concluded that the optimum gold extraction can be performed at room temperature using *aqua regia* solvent : water with a volume of 30 mL : 70 mL .

**Keywords:** AAS, computer RAM, gold extraction, XRF

### PENDAHULUAN

Limbah yang berasal dari peralatan elektronik komputer maupun telepon selular memiliki kandungan emas. Bagian yang mengandung emas adalah kaki dan soket dalam komputer, seperti pada PCB (*Printed Circuit Board*) komputer, PCB *handphone*, prosesor, RAM (*Random Acces Memory*), *mother- board/main board*, *hard disk*, soket-soket pada komputer *IC*, *chip* memori komputer dan masih banyak komponen lainnya [1]. Emas mampu menghantarkan arus listrik yang nyaris tanpa hambatan atau disebut juga *zeroresistensi*. Semua jenis RAM memiliki kandungan emas pada kaki-kaki yang menempel langsung pada *motherboard* [2]. Emas dalam limbah tersebut dapat didaur ulang dengan cara

ekstraksi [3]. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi emas pada RAM komputer menggunakan pelarut *aqua regia* pada suhu yang berbeda. Dengan demikian hasil ekstrak emas yang akan didapatkan lebih optimum dan tidak berbahaya, serta memiliki metode yang sederhana.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gerinda, seperangkat alat gelas, bola hisap, neraca analitik merk OHAUS PA214, oven, desikator, kertas saring, instrumentasi XRF (*X-Ray Fluorescence*) merk PAN Analytical – Minipal 4, instrumentasi SSA (Spektroskopi Serapan Atom) AA 620 SHIMADZU. Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAM komputer bekas pakai, HNO<sub>3</sub>, HCl, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, air suling.

## PROSEDUR PENELITIAN

### Preparasi Sampel

Sampel RAM yang digunakan dalam penelitian ditimbang dengan teliti dan dihancurkan menggunakan gerinda. Serpihan sampel kemudian dipisahkan secara fisika dengan akuades 200 mL dan dilakukan pengujian kadar awal emas pada sampel menggunakan instrumentasi XRF.

### Pelarutan Sampel

Sampel RAM telah dihaluskan kemudian dilarutkan menggunakan pelarut *aqua regia*. Pelarutan ini dilakukan sebagaimana pada Tabel 1 dan Tabel 2, dilakukan dalam suhu ruang serta suhu pemanasan sebesar 110<sup>0</sup>C. Selanjutnya larutan dianalisis menggunakan instrumentasi SSA.

**Tabel 1.** Pembuatan komposisi untuk *aqua regia* optimum

Kode Residu	Perlakuan	Serbuk Sampel (g)	Volume Aqua Regia (mL)
SP	Suhu Pemanasan	5	10
SR	Suhu Ruang	5	10

Pada Tabel 1 dilakukan perlakuan pada suhu pemanasan dan suhu ruang dengan perlakuan yang sama untuk 5 g serbuk sampel di larutkan pada 10 mL larutan *aqua regia*. Residu dari perlakuan disimpan dan dikasih label kode residu. Sedangkan pada Tabel 2 perlakuan dilakukan dengan variasi pelarut yang berbeda pada setiap 5 g serbuk sampel. Pada variasi pertama 5 g serbuk sampel dilarutkan dalam pelarut *aqua regia* dengan perbandingan

pelarut 10 mL *aqua regia* dicampurkan dengan 30 mL air suling. Untuk variasi kedua 5 g serbuk sampel dilarutkan dalam pelarut *aqua regia* dengan perbandingan pelarut 20 mL *aqua regia* dicampurkan dengan 20 mL air suling. Untuk variasi ketiga 5 g serbuk sampel dilarutkan dalam pelarut *aqua regia* dengan perbandingan pelarut 30 mL *aqua regia* dicampurkan dengan 10 mL air suling. Masing-masing perlakuan dilakukan triplo dan residu yang dihasilkan disimpan dan diberi label kode residu.

**Tabel 2.** Ekstraksi emas dengan variasi komposisi pelarut

Kode Residu	Serbuk Sampel (g)	Aqua Regia (mL)	Air Suling(mL)	Total (mL)	Pengenceran (mL)
AR 10 (1,2,3)	5	10	30	40	50
AR 20 (1,2,3)	5	20	20	40	50
AR 30 (1,2,3)	5	30	10	40	50

#### **Pengendapan Emas dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$**

Larutan sampel emas pada botol sampel dipindahkan kedalam gelas kimia 50 mL. Kemudian ditambahkan larutan natrium bisulfit 1,32 M sebanyak 20 mL. Pembuatan larutan natrium bisulfit dari 5 g padatan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  yang dilarutkan dalam air suling 20 mL. Setelah ditambahkan larutan natrium bisulfit maka akan terdapat endapan berwarna coklat pada dasar gelas kimia. Kemudian dicuci dengan air suling dan didekantasi. Selanjutnya ditimbang massa endapan dengan neraca analitik setelah dikeringkan dalam oven.

#### **Analisis Kadar Ekstrak Emas Menggunakan SSA dan XRF**

Filtrat dianalisis menggunakan instrumentasi SSA. Endapan yang didapatkan dari pengendapan tersebut dikarakterisasi dengan alat instrumentasi XRF dan penimbangan massa. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan kurva baku dan perhitungan kadar.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Preparasi Sampel RAM (*Random Acces Memory*) Komputer**

Penelitian ini menggunakan 18 keping RAM komputer, yang terdiri dari 15 keping RAM komputer jenis PC (*Personal Computer*) dan 3 keping RAM komputer jenis laptop. Setelah pengumpulan sampel RAM dilakukan penimbangan massa awal sebelum dihaluskan. Dari hasil penimbangan diketahui bahwa massa RAM komputer awal adalah sebesar 294,91 g. Selanjutnya sampel RAM komputer dihaluskan dengan menggunakan alat gerinda dan didapatkan massa sampel sebesar 71,29 g. Sedikitnya hasil serbuk sampel yang telah

dihaluskan ini dikarenakan putaran mata gerinda yang terlalu kencang sehingga serbuk sampel banyak yang berterbangan.



**Gambar 1.** RAM Komputer dan Penimbangan Massa



**Gambar 2.** Proses Penghalusan dan Hasil Sampel

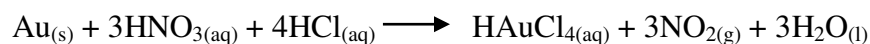
Sebelum dilarutkan dalam *aqua regia* dilakukan pemisahan secara fisika antara sampel yang mengandung logam dan non logam. Hasil yang didapatkan dari tahapan ini adalah sampel logam tidak semuanya mengendap dalam air suling. Sehingga hampir semua serbuk sampel mengapung pada permukaan air suling.

Hasil karakterisasi XRF yang dilakukan tidak menunjukkan adanya logam emas pada sampel RAM komputer. Hal ini disebabkan terlalu kecilnya prosentase kandungan logam emas pada sampel, sehingga serapan emas yang terekam oleh XRF tidak tampak. Logam-logam lain yang terdapat pada sampel RAM komputer memiliki prosentase logam yang sangat tinggi, sehingga logam yang terekam XRF hanyalah logam yang prosentasenya tinggi, contohnya brom (Br) sebesar 44 % dan logam tembaga (Cu) sebesar 32,6 %.

### **Pelarutan Sampel**

Dalam tahap pelarutan emas, serbuk sampel dilarutkan dalam larutan *aqua regia* dengan atau tanpa pemanasan. Perbedaan perlakuan tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum proses pelarutan emas pada serbuk sampel. Proses pelarutan menggunakan sampel sebanyak 5 g dan dilarutkan pada larutan *aqua regia* sesuai Tabel 1 dan Tabel 2, kemudian dilakukan pengadukan selama 30 menit pada keadaan tadi. Setelah itu larutan sampel didiamkan selama tiga jam. Residu dipisahkan dengan penyaringan menggunakan kertas saring. Setelah dilakukan percobaan awal dari setiap perlakuan yang ada, dapat disimpulkan bahwa proses pelarutan optimum terjadi bila dilakukan pemanasan ( $110^{\circ}\text{C}$ ). Hal ini diketahui dari jumlah residu yang ada selama proses pelarutan, dan ditunjukkan pada Tabel 3 bahwa massa residu yang didapatkan pada suhu pemanasan lebih sedikit dari suhu ruang. Hal ini berarti dengan pemanasan lebih banyak sampel yang terlarut.

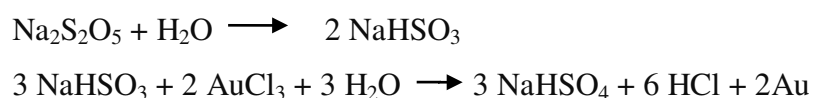
Reaksi pelarutan emas dengan *aqua regia* dapat dilihat pada reaksi berikut [4]:



Dengan reaksi diatas diharapkan hanya logam emas yang terlarut dalam pelarut *aqua regia*, namun besar kemungkinan bahwa logam-logam lain juga ikut terlarut dalam proses ini. Sehingga didalam proses ini perlu dilakukan isolasi logam selain emas.

### Pengendapan Emas dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$

Pengendapan emas pada larutan sampel dilakukan dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ . Dalam proses tersebut, dengan adanya air natrium meta bisulfit akan bereaksi menghasilkan natrium bisulfit. Larutan natrium bisulfit dapat mengendapkan logam emas yang ada pada filtrat hasil ekstraksi. Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut [4]:



**Tabel 3.** Massa hasil ekstraksi

Perlakuan	Massa Endapan (g)	Massa Residu (g)
Suhu Ruang (SR)	0,0454	3,6525
Suhu Pemanasan (SP)	0,2772	3,4785

Pada Tabel 4 tampak bahwa endapan tertinggi terdapat pada variasi pelarut AR 10 jika dibandingkan dengan variasi pelarut AR 20 dan AR 30. Terlihat hasil endapan dari AR 10 berwarna hijau dan menggumpal. Hal ini menunjukkan bahwa pengendapan emas tidak maksimal bercampur dengan logam-logam lain yang ikut mengendap. Pada AR 20 endapan yang didapatkan berwarna kecoklatan dengan sedikit ada warna hijau pada endapan. Namun untuk AR 30 terlihat endapan yang dihasilkan jauh lebih bagus secara fisik dibandingkan dengan AR 10 dan AR 20, yakni memiliki warna kecoklatan sesuai dengan literatur [4], meski massa endapannya lebih kecil.

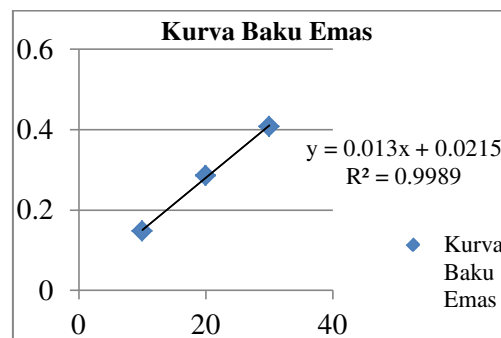
**Tabel 4.** Massa hasil ekstraksi dengan perlakuan pemanasan

Perlakuan	Massa Endapan (g)	Massa Residu (g)
AR 10 ( <i>aqua regia</i> 10 mL + 30 mL air suling) (P1)	0,3814	3,7715
AR 10 ( <i>aqua regia</i> 10 mL + 30 mL air suling) (P2)	0,4915	3,9989
AR 10 ( <i>aqua regia</i> 10 mL + 30 mL air suling) (P3)	0,2572	3,6094
AR 20 ( <i>aqua regia</i> 20 mL + 20 mL air suling) (P1)	0,0830	3,8318
AR 20 ( <i>aqua regia</i> 20 mL + 20 mL air suling) (P2)	0,1633	3,7506
AR 20 ( <i>aqua regia</i> 20 mL + 20 mL air suling) (P3)	0,1138	3,5692
AR 30 ( <i>aqua regia</i> 30 mL + 10 mL air suling) (P1)	0,0661	3,6574
AR 30 ( <i>aqua regia</i> 30 mL + 10 mL air suling) (P2)	0,0678	3,9821
AR 30 ( <i>aqua regia</i> 30 mL + 10 mL air suling) (P3)	0,0864	3,6236

Oleh karena itu untuk mengetahui secara pasti kadar emas yang didapatkan dari kedua perlakuan ekstraksi tersebut dilakukan analisa menggunakan instrumentasi SSA dan instrumentasi XRF.

### Analisis Kadar Ekstrak Emas Menggunakan Instrumentasi SSA dan XRF

Untuk analisis kadarnya dilakukan dalam perhitungan pada kurva baku yang didapatkan untuk larutan emas 99,8 % yang telah dikonversikan sesuai dengan absorbansi emas yang terdapat pada larutan sampel. Serta diketahui konsentrasi dari emas pada serbuk sampel sebesar 5 g pada setiap perlakuan Tabel 1 dan Tabel 2 dari persamaan garis  $y = 0,013x + 0,0215$  + 0,0215.



**Gambar 3.** Kurva hasil analisis instrumentasi SSA

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi emas dalam sampel yang dilarutkan pada suhu ruang sebesar 57,96 ppm dan suhu pemanasan sebesar 50,86 ppm. untuk endapan yang didapatkan lebih banyak terjadi pada suhu pemanasan yaitu sebesar 0,2772 g. Sedangkan pada suhu ruang hanya terdapat endapan sebesar 0,0454 g.

Pada Tabel 2 didapatkan endapan dengan variasi komposisi pelarut yang optimum terjadi pada variasi pelarut AR 30. Didapatkan absorbansi tertinggi pada perlakuan tersebut dan endapan tertinggi sebesar 0,7231 ppm.

Kadar emas yang didapatkan dari hasil karakterisasi menggunakan instrumentasi XRF:

Sample ident	
Emas pada suhu ruang	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence	
Measurement period - start	
Measurement period - end	
Position	
1	
Application Sequence</	

Dari hasil karakterisasi instrumentasi XRF kadar emas dalam ekstrak emas tersebut diketahui sebesar 6,24 +/- 0,03 % dalam sampel ekstrak emas yang didapatkan. Kadar sekian masih terlalu kecil untuk sampel logam emas. Yang berarti ekstraksi emas ini masih memerlukan metode yang lebih spesifik, sehingga didapatkan endapan yang murni. Metode reduksi yang digunakan dalam penelitian ini masih butuh tambahan untuk penyempurnaan ekstraksi emas murni, karena dari hasil instrumentasi XRF terdapat banyak pengotor atau logam yang ikut terendapkan oleh larutan natrium bisulfit, yaitu Si, Al, Cu, Ti, Cr, Fe, Ni, Cu, Br, Sr, Ba, dan Pb. Sehingga emas yang didapatkan bebas dari pengotor-pengotor yang ikut menempel pada endapan.

## KESIMPULAN

Kandungan emas pada RAM (*Random Acces Memory*) komputer bisa dipisahkan dengan ekstraksi menggunakan pelarut *aqua regia* yang diencerkan. Pengaruh suhu terhadap proses ekstraksi emas pada RAM komputer menggunakan pelarut *aqua regia* lebih bagus hasilnya pada keadaan suhu ruang. Dengan perlakuan suhu ruang didapatkan konsentrasi emas yang terekstraksi 57,9615 ppm, serta kadar XRF sebesar 6,24 %. Dan volume *aqua regia* optimum untuk ekstraksi dengan suhu pemanasan sebesar 30 mL.

## DAFTAR PUSTAKA

1. [1] Huang, K., Guo, J., Xu, Z., 2009, **Recycling of Waste Printed Circuit Boards: A Review of Current Technologies and Treatment Status in China**, *Journal of Hazardous Materials* 164 (2009) 399–408.
2. [2] Havlik, T. Oraac, D. Petranikova, M. Miskufova, A. F. Kukurugya, dan Z. Takacova, 2010, **Leaching of Copper and Tin From Used Printed Circuit Boards After Thermal Treatment**, *Journal of Hazardous Materials* 183 (2010) 866–873.
3. [3] Srithammavut, W., S. Luukkanen, A. Laari, T. Kankaanpaa, I. Turunen, 2011, **Kinetic Modelling Of Gold Leaching And Cyanide Consumption In Intensive Cyanidation Of Refractory Gold Concentrate**, *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy* 46 (2): 181-190.
4. [4] Gray, A. H., N. Katsikaros, dan P. Fallon, 2000, **Gold Recovery from Gold Copper Concentrates Using the Inline Leach Reactor and AurixResin**, *Randol Gold and Silver Forum, Vancouver, Canada*.